

## АННОТАЦИЯ

диссертации Садвакасова Мукана Абдрауковича «Исследование и разработка модифицированных тампонажных композиций с целью повышения эффективности крепления стенок скважин», представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по ОП 8D07202 – «Нефтяная инженерия»

### Введение

Одним из важнейших этапов, определяющих качество строительства скважин, является крепление их стенок. Качество крепления зависит от ряда факторов, в первую очередь от качества цементного раствора. На протяжении многих лет благодаря усилиям ученых, целых научных и производственных организаций получен ряд интересных с научной точки зрения результатов. При этом установлено, что одним из перспективных направлений повышения качества тампонажного цемента является применение различных добавок.

Применение модифицированных тампонажных композиций в настоящее время привлекает внимание многих исследователей, однако следует отметить и то, что на сегодняшний день многие модификаторы широкого распространения не получили. Данное обстоятельство связано с недостаточной изученности свойств цементных композиционных материалов на их основе, особенно применительно к креплению скважин. Недостаточно изучено влияние различных добавок и материалов на показатели структурно-механических и реологических свойств цементных растворов. Анализ накопленного к настоящему времени материала позволяет сделать вывод о том, что применяемые модификаторы способствуют улучшению структуры цементного раствора, однако количественная оценка влияния ее на качество цементного раствора, на прочностные свойства пока еще не находится на достаточно высоком уровне. В данном случае постановка цели и задач должна предусматривать проведение экспериментальных исследований, в ходе которых можно будет выявить закономерности влияния концентрации добавок на показатели свойств цементных растворов.

Таким образом, проблема совершенствования технологии цементирования скважин путем обоснования и выбора составов цементного раствора и по настоящее время находится на повестке дня как важная и актуальная при строительстве нефтяных и газовых скважин. Отмеченное подтверждается также анализом литературных источников, которые свидетельствуют о заметном интересе специалистов и ученых к исследованиям вокруг данной проблемы.

**Актуальность работы.** Рост интереса к поиску возможностей повышения эффективности использования цементных растворов за счет добавления дешевых и легкодоступных модификаторов, способных повысить герметичность скважин, открывает большие перспективы для проведения научных исследований в данном направлении.

При этом очень важно, чтобы тампонажный камень обладал целым рядом особенностей, в частности, повышенной адгезией к обсадной колонне и стенке скважины. Вполне ясно, что основным способом повышения качества

цементирования скважин и показателей бурения в целом является улучшение структурно-механических и реологических свойств тампонажного раствора. Введение различных модификаторов позволяет в известной степени регулировать основные характеристики цементных растворов, а в ряде случаев вполне возможно, что улучшение одних свойств, может приводить к ухудшению других. Так, высокая седиментационная устойчивость и прокачиваемость цементного раствора как раз относятся к таким свойствам.

Решение проблемы комплексной оценки возможности применения модификаторов цементных растворов с учетом особенностей месторождений Казахстана является важной задачей народнохозяйственного значения.

В связи с этим данный вопрос продолжает привлекать внимание специалистов, однако несмотря на это, недостаточный объем накопленных теоретических и экспериментальных исследований вносит серьезные затруднения в совершенствование технологических решений.

Наличие запасов местного сырья в Казахстане создает благоприятные условия для их использования, что требует в свою очередь проведения комплекса теоретических и экспериментальных исследований, направленных на изыскание и повышение эффективности применения модификаторов. Однако недостаточно полная изученность и разработанность практических аспектов комплексной оценки применимости модификаторов цементных растворов обосновывают целесообразность проведения исследований в рамках настоящей диссертационной работы и ее направленность, что и определяет ее актуальность.

Актуальность темы диссертационной работы связана также и с ее большой практической значимостью. Недостаточно полная разработанность практических аспектов управления процессом бурения скважин обосновывают необходимость проведения исследований в рамках настоящей диссертационной работы.

**Обоснование необходимости проведения данной научно-исследовательской работы по теме.** Выполненный литературный обзор позволил наметить круг вопросов, на которых необходимо сосредоточить внимание при проведении исследований. В первую очередь необходимость проведения настоящей работы в рамках темы диссертации обосновывается недостаточной полнотой исследований, посвященных проблеме крепления стенок скважин, исследованию свойств цементных растворов. Следует отметить, что проблеме повышения эффективности крепления стенок скважин посвящены труды многих исследователей, внесших большой вклад в развитие научных основ данного направления. Усилиями этих ученых получены интересные с научной и полезные с практической точек зрения результаты. Несмотря на многочисленные исследования в этом направлении, все же некоторые вопросы требуют проведения ряда исследований, связанных с более глубоким изучением составов цементных растворов, влияния различных факторов на их физико-механические свойства. Этим и обосновывается необходимость проведения научных исследований в рамках данной диссертационной работы.

**Цель диссертационной работы.** Совершенствование научно-обоснованных технологических решений по регулированию свойств тампонажных систем путем применения модификаторов.

**Научная новизна** диссертации заключается главным образом в

усовершенствовании основ и методологии, постановки, планирования, проведения экспериментальных исследований, разработке и реализации комплекса математического обеспечения и построения моделей с применением вероятностно-статистических методов; в рамках отмеченного:

- обоснована необходимость применения стабилизирующих минеральных добавок в виде бентонита и кремнезема, в условиях воздействия внешней агрессивной среды и вибрации;
- статистическим анализом результатов экспериментальных исследований построены зависимости темпа изменения прочности и времени начала стабилизации прочности от концентрации стабилизирующей упрочняющей добавки;
- в результате обобщения экспериментальных исследований, выполненных в соответствии с положениями теории планирования согласно схеме варьирования двух факторов на четырёх уровнях и математической статистики, получены эмпирические выражения зависимости прочностных характеристик от различных факторов;
- в результате анализа частных зависимостей прочности на сжатие от времени начала стабилизации и концентрации упрочняющей добавки было установлено, что и в растворе 0.5 М HCl, и в растворе NaCl прочность на сжатие растёт с увеличением концентрации упрочняющей добавки (как нано-бентонита, так и нано-кремнезёма) и падает с увеличением времени начала стабилизации;
- в результате применения методов математической статистики частные зависимости прочности на сжатие от времени начала стабилизации и от концентрации упрочняющей добавки были обобщены, и получена расчётная зависимость, учитывающая влияние обоих факторов на прочность на сжатие;
- в результате анализа частных и множественных зависимостей прочности на сжатие от концентрации стабилизирующих добавок и температуры было установлено, что прочность на сжатие растёт с увеличением концентрации стабилизирующих добавок, а с увеличением температуры сначала возрастает, а при достижении 120 °С начинает падать, при этом время после затвердевания не оказывает влияния;
- в результате анализа частных и множественных зависимостей прочности на сжатие от времени и температуры было установлено, что, независимо от концентрации стабилизирующей добавки, прочность на сжатие падает как с увеличением температуры, так и времени начала стабилизации.

**Методология и методы исследования.** Методологической основой исследования послужили стандартные методики определения показателей структурно-механических свойств цементных растворов, метод планирования эксперимента, статистические методы обработки экспериментальных данных и анализа информации.

**Объект исследования.** Методы повышения прочности и износостойкости материалов, используемых в нефтегазовой отрасли.

**Предмет исследования.** Модификаторы и их воздействие на тампонажные материалы в условиях высоких нагрузок и коррозии.

**Задачи исследований:**

- анализ современного состояния исследований проблемы крепления скважин, изучения их влияния материалов и реагентов на свойства тампонажного раствора;
- исследование методов повышения прочностных и жаропрочных характеристик цементных растворов за счет добавления в состав мелкодисперсной фракции металлургического шлама;
- экспериментальные исследования влияния концентрации добавок, температуры и времени на показатели прочностных свойств цементных растворов; статистический анализ влияния состава и свойств на показатели качества тампонажного раствора;
- оценка влияния наноразмерных минеральных добавок в виде бентонита и кремнезема на устойчивость цементных растворов к внешним воздействиям, включая коррозионное, вибрационное и термическое воздействие.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- результаты экспериментальных исследований зависимости темпа изменения прочности и времени начала стабилизации прочности от концентрации стабилизирующей упрочняющей добавки;
- результаты экспериментальных исследований и статистического анализа зависимости прочности на сжатие от времени начала стабилизации и концентрации упрочняющей добавки;
- закономерности изменения частных и множественных зависимостей прочности на сжатие от концентрации стабилизирующих добавок и температуры;
- результаты исследований влияния наноразмерных минеральных добавок в виде бентонита и кремнезема на устойчивость цементных растворов к внешним воздействиям, включая коррозионное, вибрационное и термическое воздействие.

**Теоретическая и практическая значимость работы**

В работе получены новые с научной и полезные с практической точек зрения результаты, которые направлены на решение проблемы повышения эффективности бурения скважин, что в свою очередь способствует улучшению технико-экономических показателей и является важной народнохозяйственной задачей. Так, теоретическая значимость модифицированных цементных растворов с минеральными добавками заключается в улучшении их физико-механических свойств, повышении долговечности, снижении себестоимости и уменьшении отрицательного экологического воздействия. Эти добавки меняют структуру цементного камня, оказывая влияние на гидратацию, повышая прочность и устойчивость, что обуславливает экономическую эффективность.

**Апробация результатов диссертационной работы**

Результаты работы прошли апробацию в виде научных семинаров на базе Института нефти и газа Национальной Академии наук Азербайджана (Баку,

Азербайджан) в рамках научной стажировки соискателя, а также на научных семинарах кафедры Нефтяной инженерии Института геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова и Института геологических наук им. К. И. Сатпаева. В рамках данных семинаров были представлены основные результаты проведенных исследований, а также обсуждены дальнейшие возможности их практического применения.

### **Публикации**

Результаты соискателя нашли своё отражение в публикациях в авторитетных журналах и докладах на конференциях, тексты которых входят в сборники, входящие в наукометрические базы SCOPUS и WOS. Результаты работы были опубликованы в 7 статьях в научных изданиях, 4 статьи из которых опубликованы в высокорейтинговых научных изданиях, индексируемых в базе данных Scopus, 3 статьи опубликованы в журналах, рекомендованных КОКСНВО.

Отмеченное подтверждает чёткую направленность полученных результатов на решение как актуальных теоретической, так и практической, имеющей важное народнохозяйственное значение, задач.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников из наименований. Работа изложена на 106 страницах, включает 49 рисунков и 12 таблиц.

Исследовательская работа по диссертации проводилась в рамках проектов ГФ АР26195325 «Исследование технологических методов для повышения эффективности извлечения нефти из сложных и неоднородных пластов нефтяных месторождений Западного Казахстана», АР23484034 «Разработка методологии оценки качества, рисков ситуаций и принятия решений при креплении стенок скважин в осложнённых условиях».